
La chimie atmosphérique…

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

METEO FRANCE
www.meteo.fr



Météosat 36000km.

Altitude

Thermosphère

-90°C.

Mésopause

85 km

Mésosphère

Stratopause

0°C.

50 km

-5°C.

40 km

Ballon-sonde

Couche d'ozone

Stratosphère

-54°C.

25 km

99% de
la
matière



Avion de ligne

Tropopause

-56°C.

10 km

Ci

Everest 8848 m.

Effet de serre

5 km

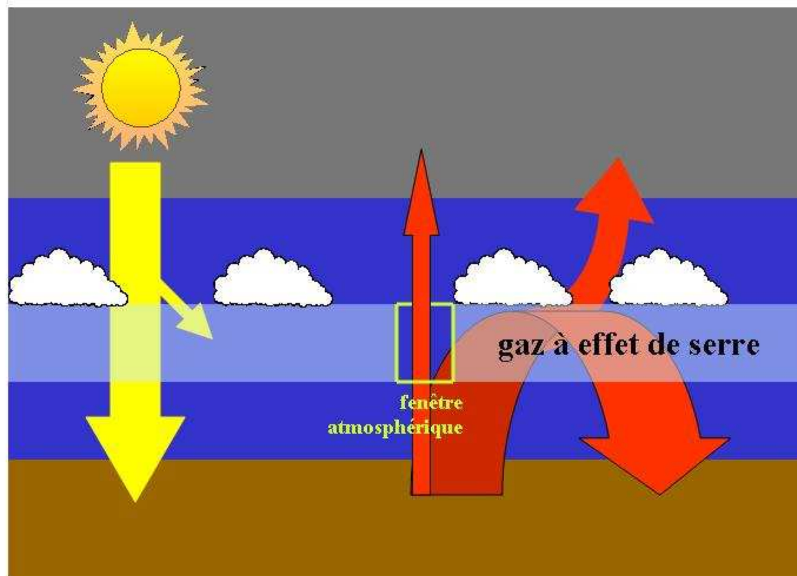
Troposphère

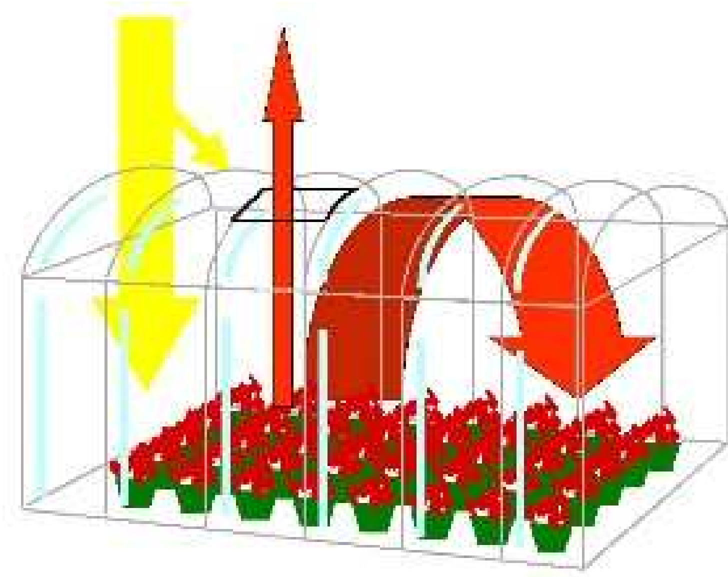
Cu

Mont Blanc 4808 m.

+15°C.

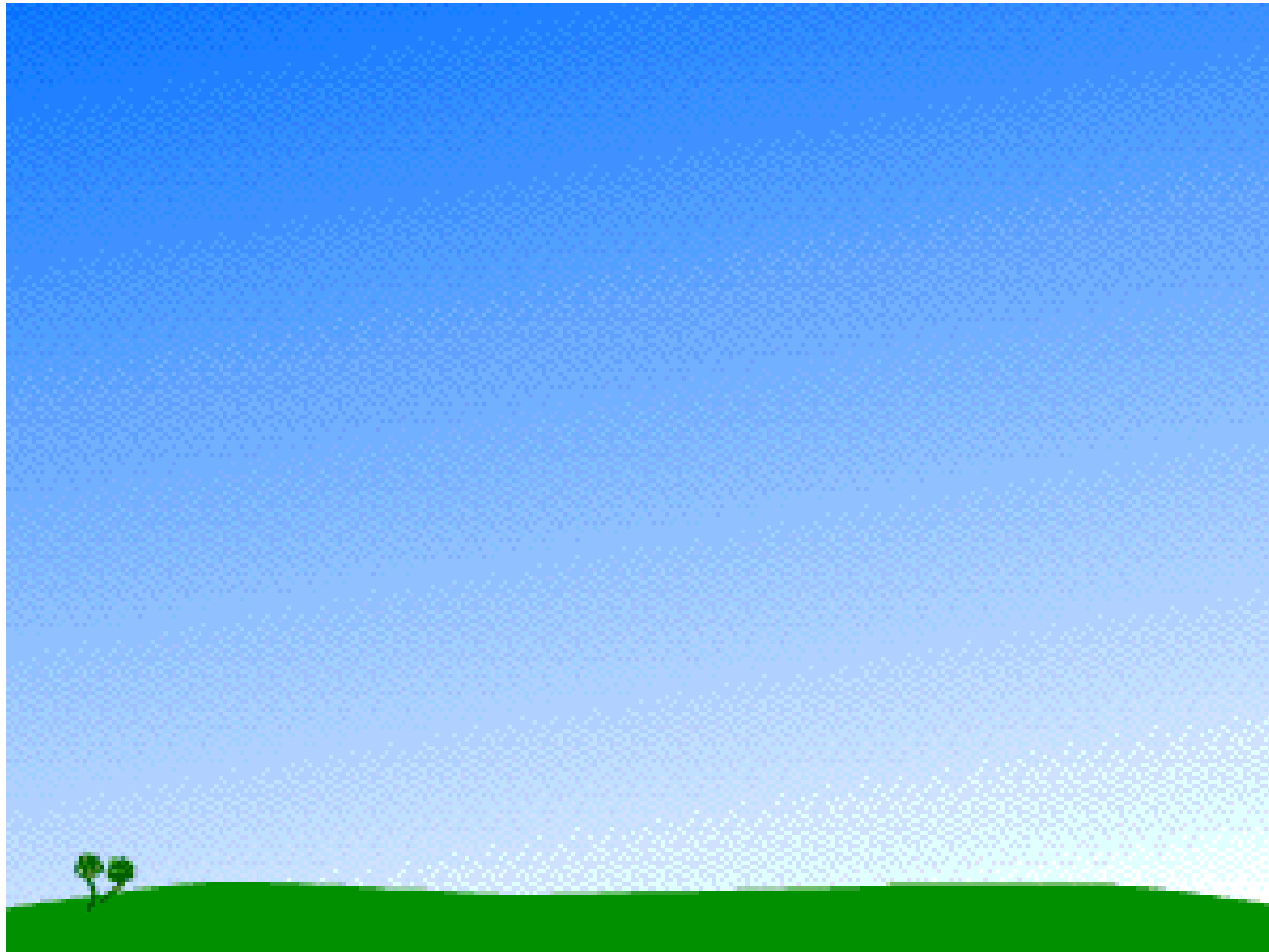
L'effet de serre, un processus naturel…



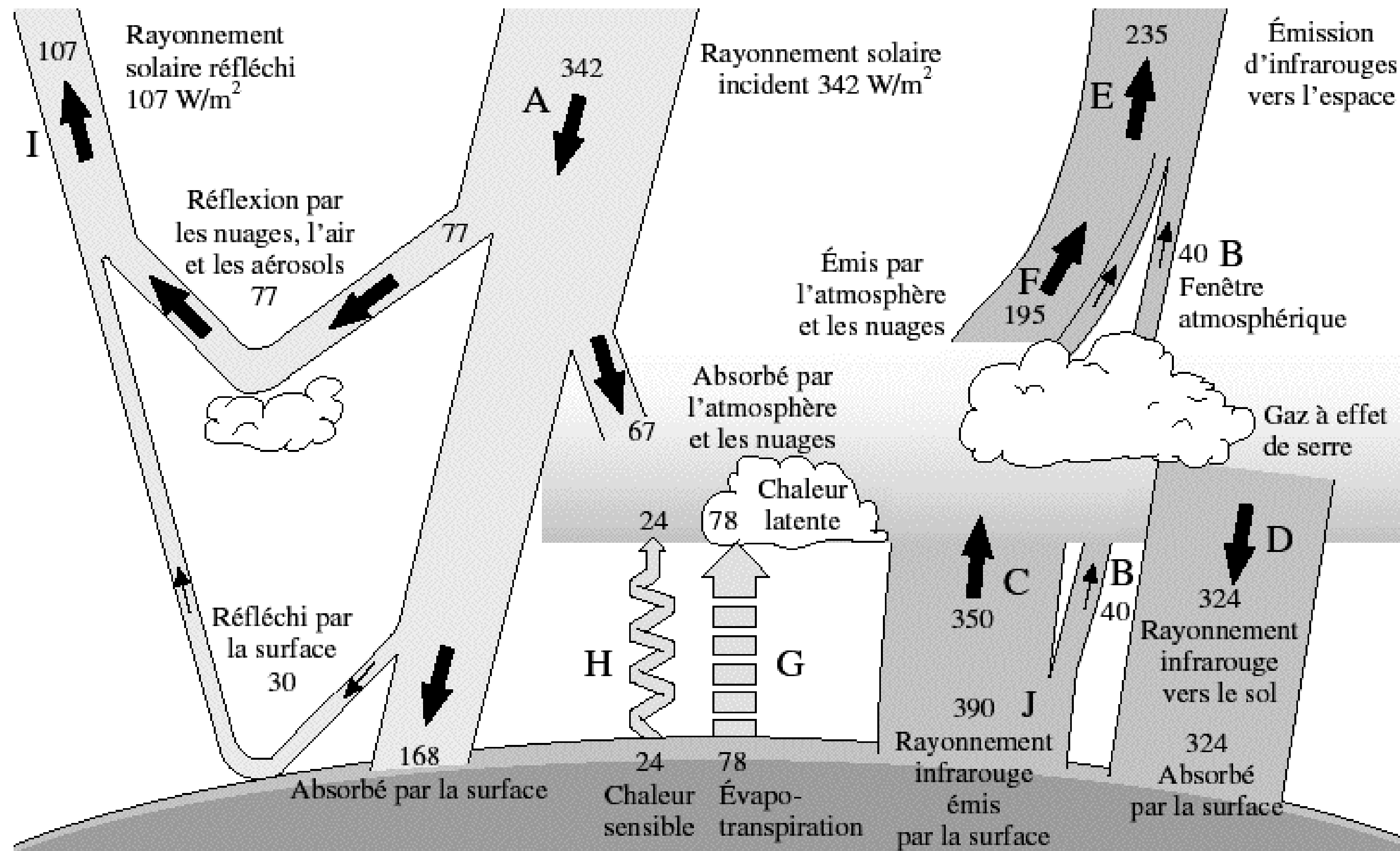


- Sans effet de serre, la température moyenne sur la Terre serait de -18 °C au lieu de +15 °C …!

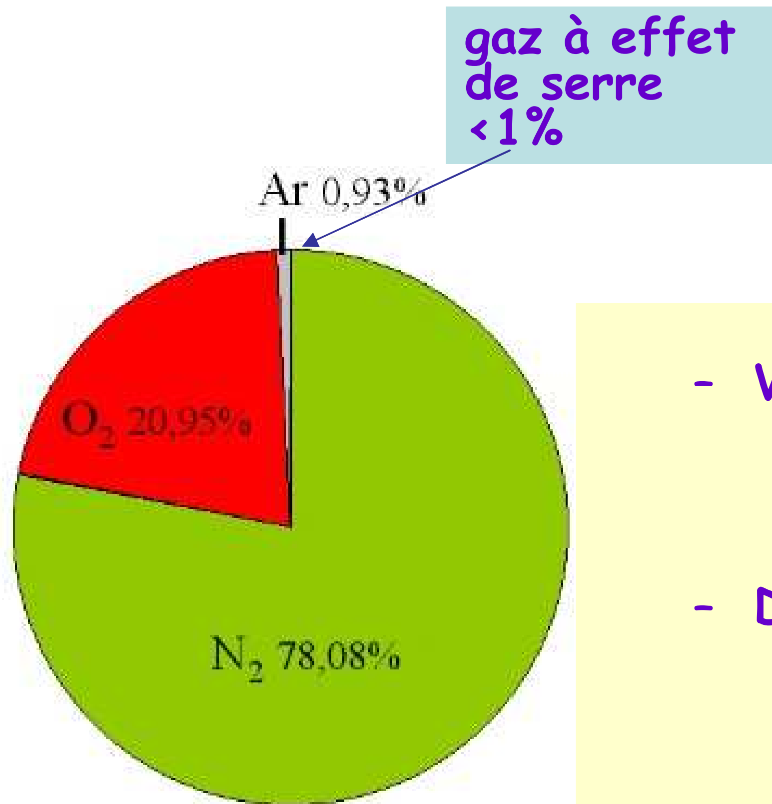
- L'effet de serre est donc un phénomène <u>bénéfique</u>…



Bilan énergétique…



Les gaz à effet de serre…qui sont-ils?

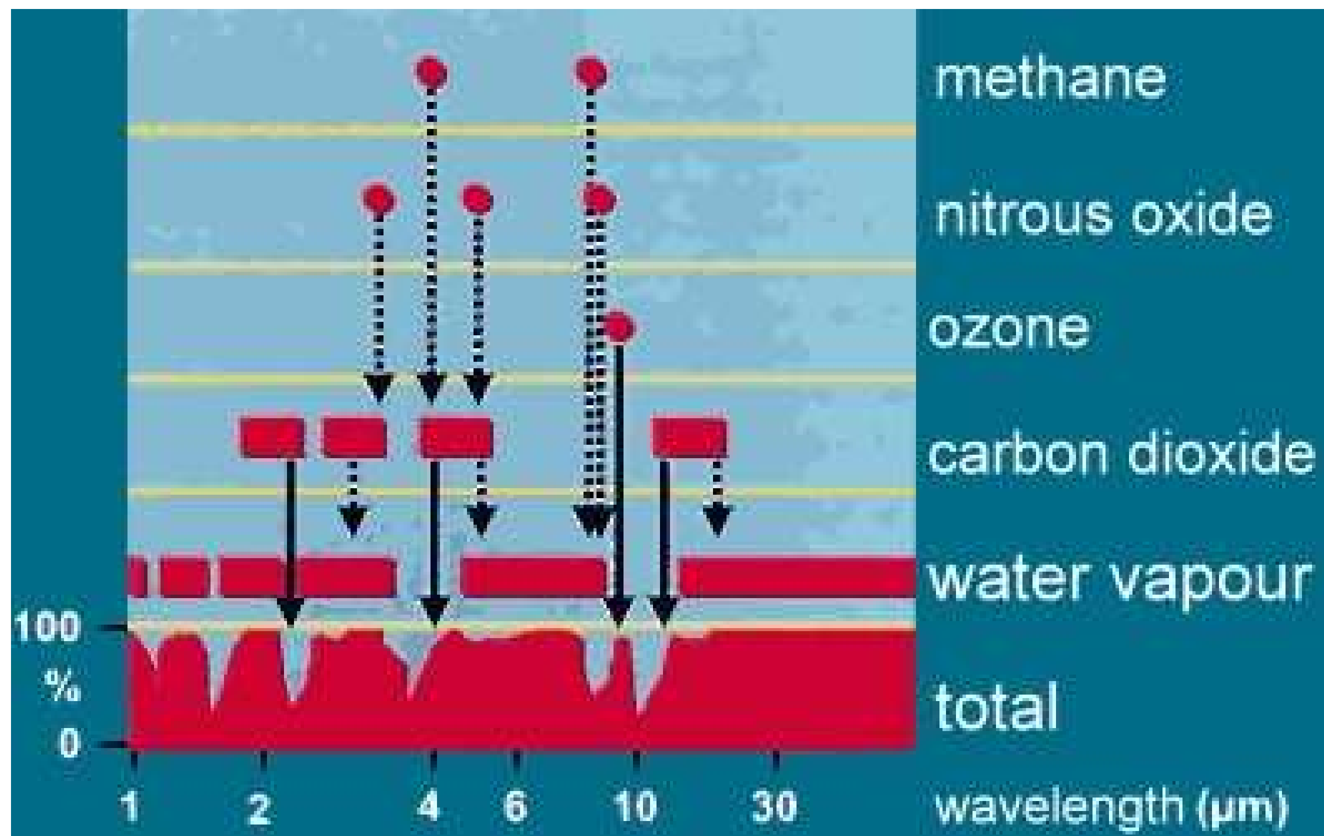


Une **infime partie** des gaz mais un **rôle déterminant** sur le climat de la terre

- **Vapeur d'eau H_2O**
  - [0,3% de l'atmosphère]
  - Présente depuis 4 milliards d'années
- **Dioxyde de carbone CO_2**
  - [0,037% de l'atmosphère ou 370ppm]
  - proportion qui a beaucoup variée au cours des ages
- **Méthane CH_4** [0,00017% ou 1,7ppm]
- **Oxyde nitreux N_2O** [0.000003% ou 0.3ppm]
- **O_3** concentration troposphérique très variable car molécule instable

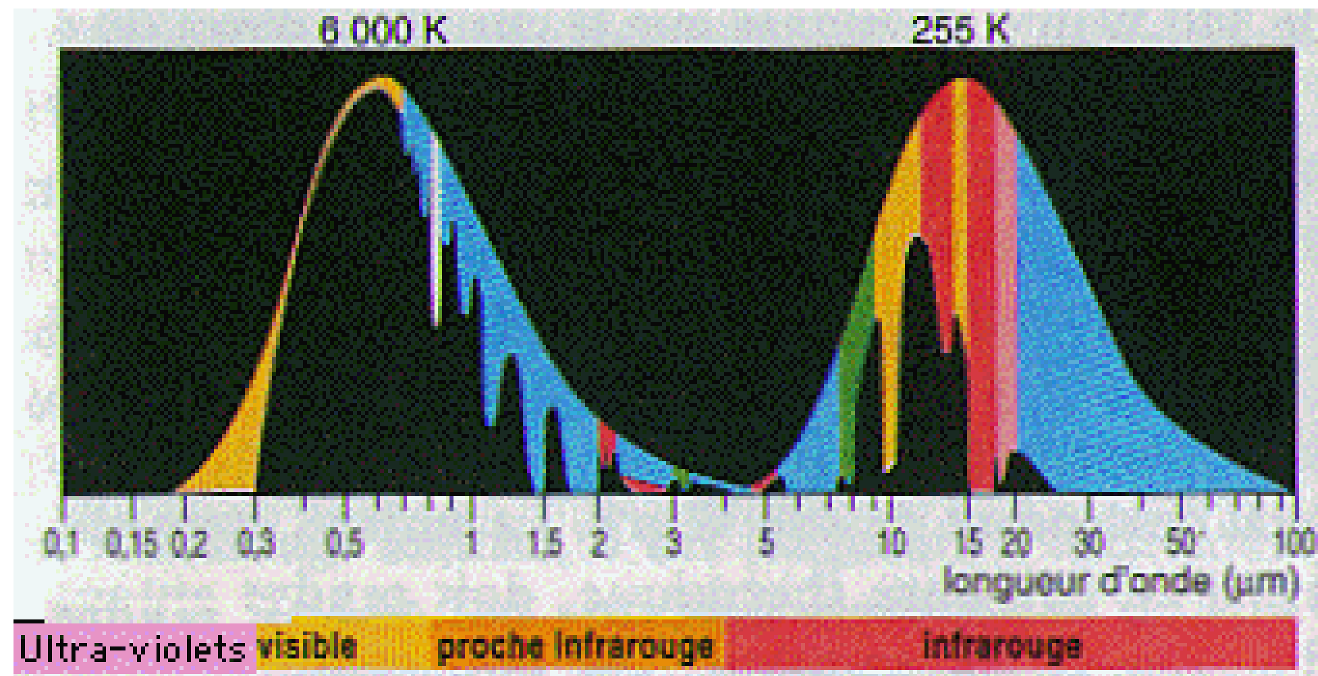
Caractéristiques des gaz à effet de serre…

- **Absorption du rayonnement infrarouge**



Caractéristiques des gaz à effet de serre…

- Distribution du rayonnement du soleil (6000 K) et de la Terre (255 K) et représentation simplifiée de l'absorption par les gaz à effet de serre.



H_2O CO_2 N_2O O_3 CH_4

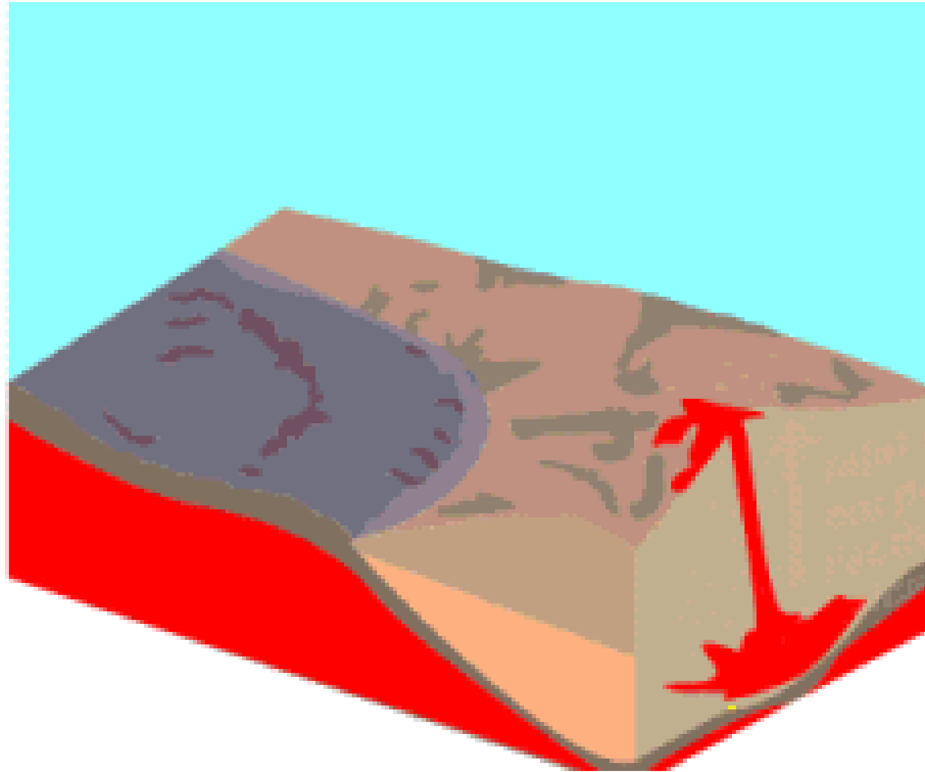
Caractéristiques des gaz à effet de serre

- **Temps de résidence atmosphérique dépend :**

- Elimination **physique**
  - Pluie, condensation nuages
- Elimination **photochimique**
  - directe (rayonnement solaire)
  - indirecte (oxydation par les radicaux OH)
- Elimination par les autres **compartiments environnementaux** (ex:photosynthèse, absorption par les océans)

Gaz	Durée de séjour approximative dans l'atmosphère
Eau	Qq jours
Gaz carbonique	100 ans
Méthane	12 ans
Protoxyde d'azote	120 ans

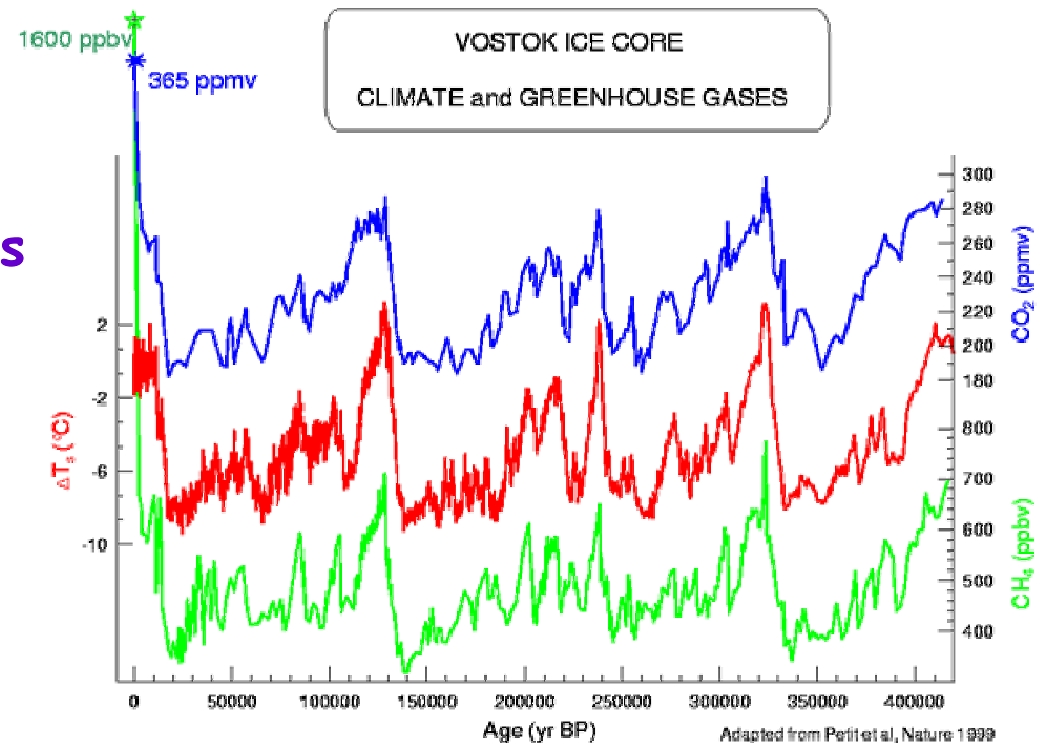
Cycle du carbone



Lien entre CO_2 atmosphérique et température terrestre…

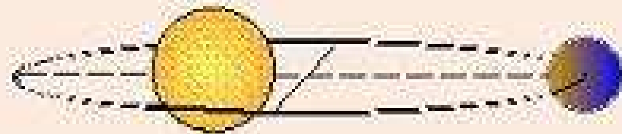
- Origine fondamentale des variations de température terrestre : <u>variations d'ensoleillement</u> (variations des paramètres orbitaux de la Terre)

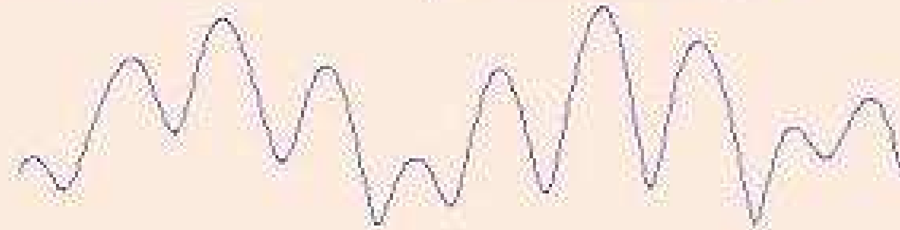
- Facteurs amplificateurs : $[CO_2]$ atmosphérique



Variations de l'EXCENTRICITE de l'orbite terrestre

périodicités de 100 et 413 ka

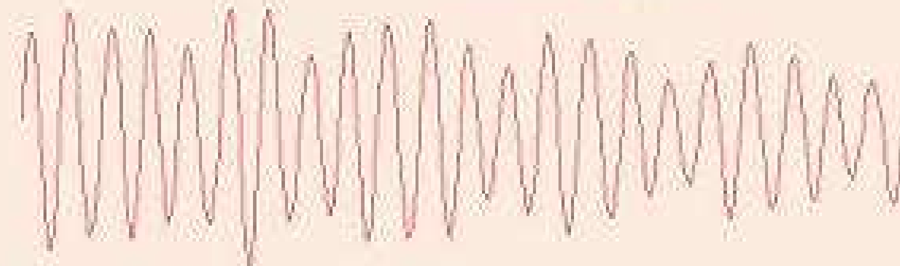




Variations de l'OBLIQUITE de l'axe de rotation

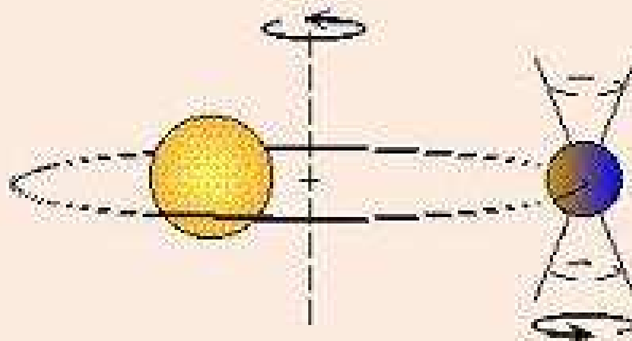
périodicité de 41 ka





PRECESSION de l'axe de rotation et ROTATION de l'orbite terrestre

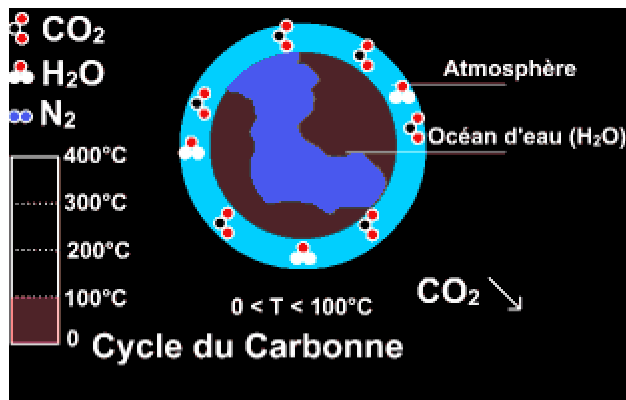
périodicités de 23 et 19 ka





Effet de serre sur Vénus…

- L'effet de serre, en tant que processus naturel, est également observé sur Vénus
- Atmosphère : 96 % de CO_2
- Température : 400 °C !





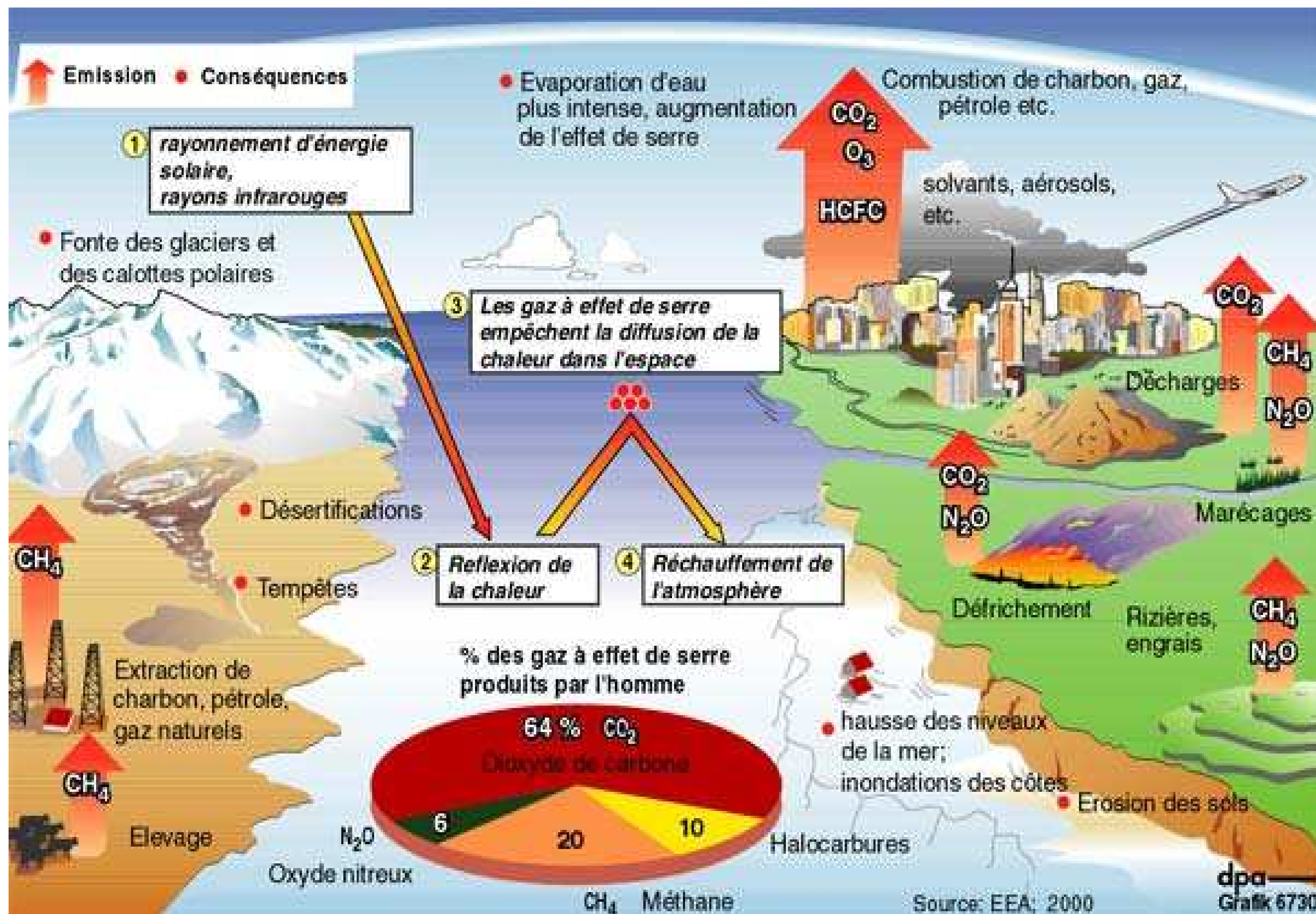
Rapport entre effet de serre et réchauffement climatique…

- **Augmentation** par l'homme des émissions de gaz à effet de serre « naturels » (CO_2 (combustibles fossiles, CH_4 élevage intensif, N_2O engrais azotés)
- Emissions de **nouveaux gaz** à effet de serre purement industriels :
  - **Halocarbures ($C_xH_yHal_z$)**
    - **CFC** (toujours présents même s 'ils ne sont plus utilisés…)
    - **HFC** (remplacent les CFC, climatisation…)
    - **PFC (**émis par les usines d 'électrolyse d 'aluminium)
  - **Hexafluorure de soufre (SF_6)** (applications électriques, transformateurs)

Durée de séjour dans l'atmosphère :

jusqu'à 50000 ans…!

Réchauffement climatique est du à l'effet de serre additionnel provoqué par l 'homme
C 'est l 'effet de serre <u>anthropique</u>



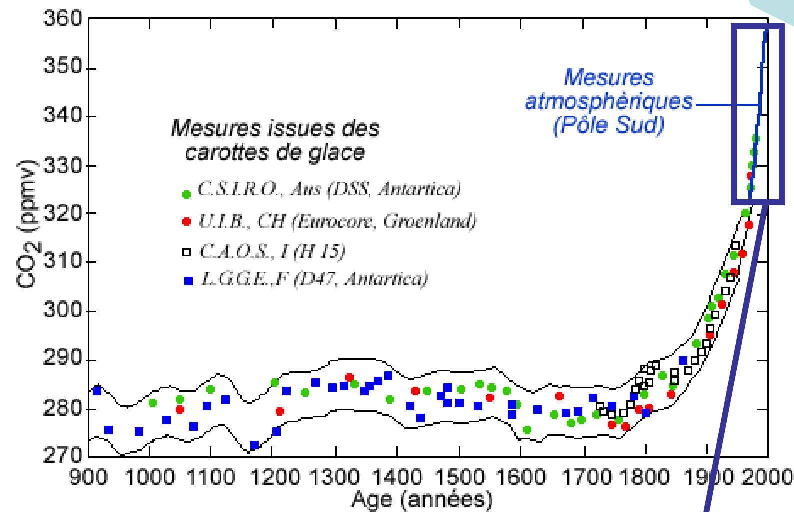
Emission
Conséquences
Evaporation d'eau plus intense, augmentation de l'effet de serre
Combustion de charbon, gaz, pétrole etc.
CO_2
O_3
HCFC
solvants, aérosols, etc.
1 rayonnement d'énergie solaire, rayons infrarouges
Fonte des glaciers et des calottes polaires
3 Les gaz à effet de serre empêchent la diffusion de la chaleur dans l'espace
CO_2
CH_4
N_2O
Décharges
CO_2
N_2O
Marécages
Désertifications
CH_4
2 Reflexion de la chaleur
4 Réchauffement de l'atmosphère
Défrichement
Rizières, engrais
CH_4
N_2O
Tempêtes
Extraction de charbon, pétrole, gaz naturels
% des gaz à effet de serre produits par l'homme
64 % CO_2
Dioxyde de carbone
6
20
10
CH_4
Elevage
N_2O
Oxyde nitreux
CH_4 Méthane
Halocarbures
hausse des niveaux de la mer; inondations des côtes
Erosion des sols
Source: EEA; 2000
dpa
Grafik 6730

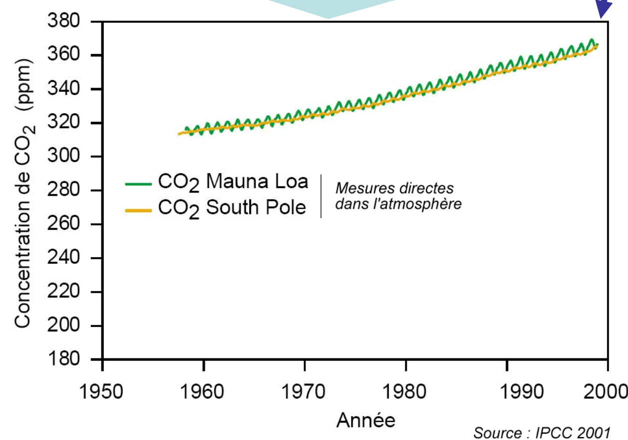
Le potentiel de réchauffement global…

- Les scientifiques ont inventé un **Potentiel de Réchauffement Global** (PRG) ou encore **forçage radiatif**
  - quantité de rayonnement qu'il intercepte et renvoie vers le sol, découlant de ses raies d'absorption, et sa durée de séjour dans l'atmosphère
- Comparaison par rapport à CO_2 de l 'efficacité de chaque gaz à effet de serre à capturer la chaleur dans l'atmosphère sur 100 ans

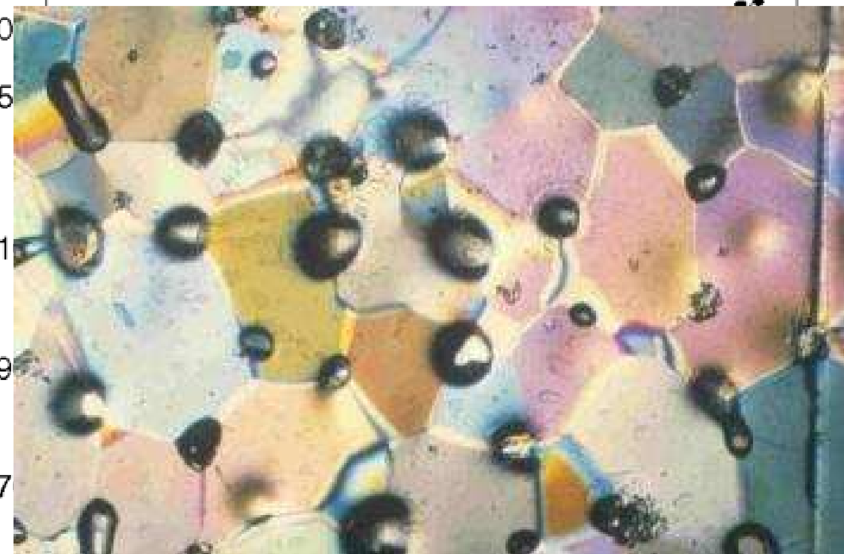
Gaz	Formule	PRG relatif / CO_2 (à 100 ans)
Gaz carbonique	CO_2	1
Méthane	CH_4	23
Protoxyde d'azote	N_2O	298
Perfluoro carbures	C_nF_{2n+2}	6500 à 8700
Hydrofluoro carbures	$C_nH_mF_p$	140 à 11700
Hexafluorure de soufre	SF_6	23900

Évolution des gaz à effet de serre depuis 1000 ans…



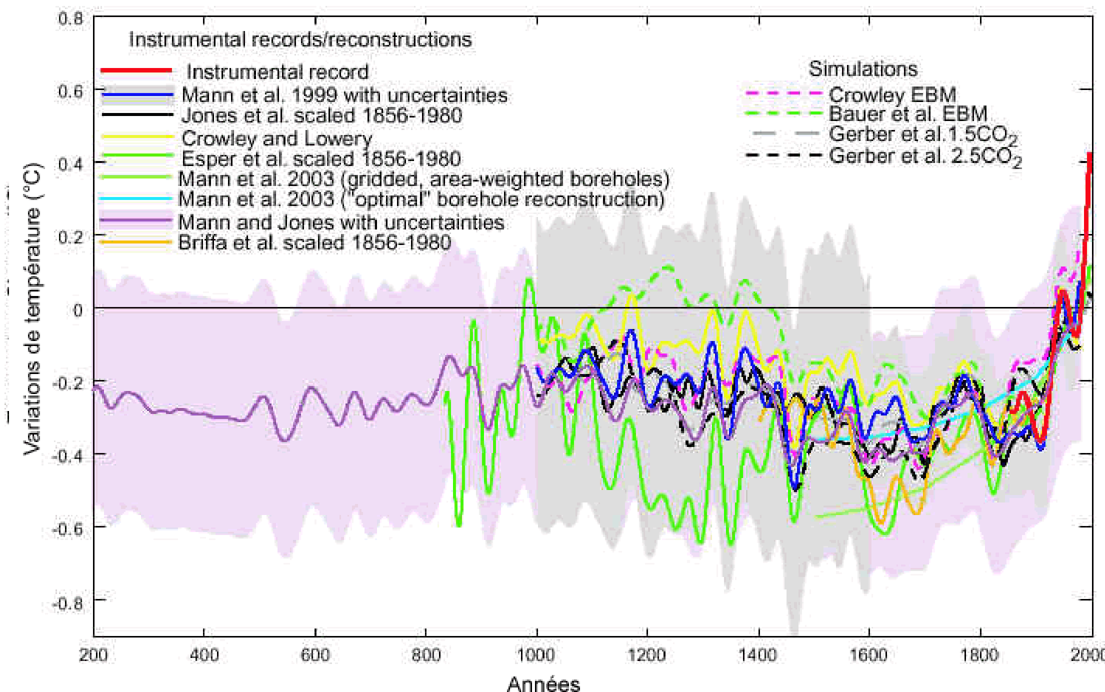


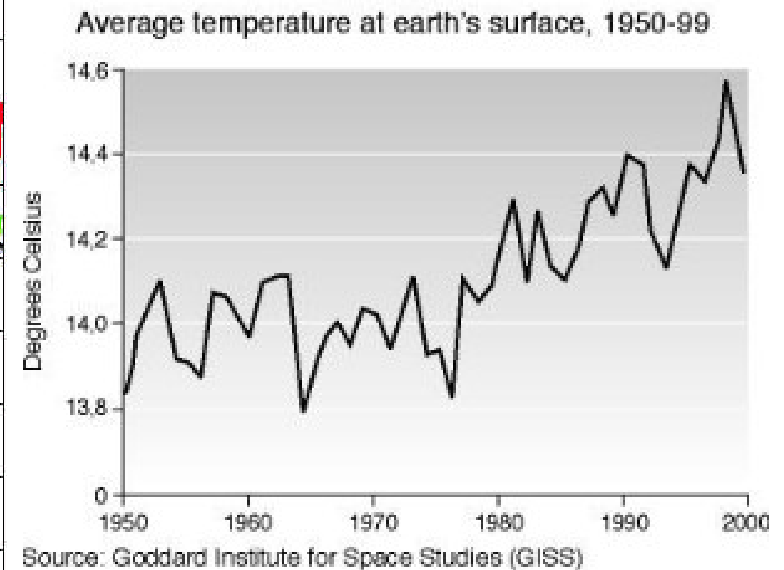




Evolution de la température depuis 2000 ans…

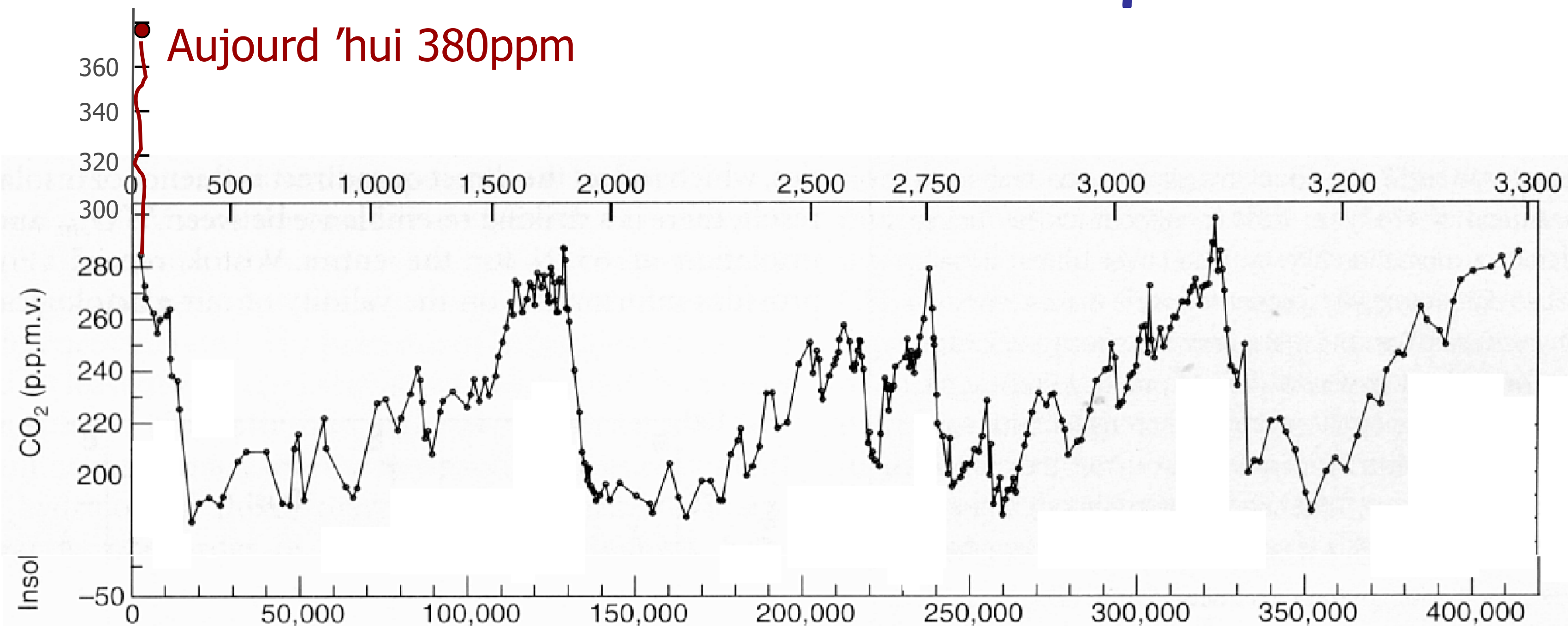
- L'augmentation de température moyenne globale de surface est de 0,6±0,2°C depuis 100 ans.





Source : Mann et al. EOS Forum 2003
http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/pubs/mann2003b/mann2003b.html

L 'homme est-il responsable de ce réchauffement climatique…?

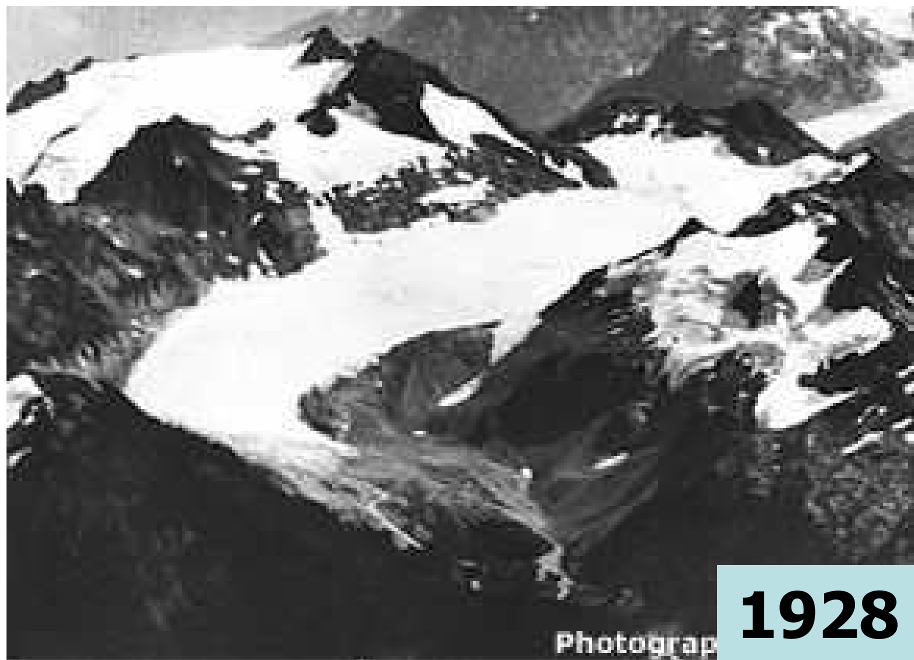


- La concentration atmosphérique en CO_2 n 'a pas dépassé 280ppm depuis près de 600000ans…
- L 'analyse isotopique du CO_2 montre que sa concentration actuelle a subi un appauvrissement en C^{14} et en C^{13} (les combustibles fossiles ne contiennent pas de C^{14})

Les activités humaines sont donc bien à l 'origine du réchauffement de la terre...

Des signes déjà visibles du réchauffement…

- glacier South Cascade (Washington Cascade Mountains)

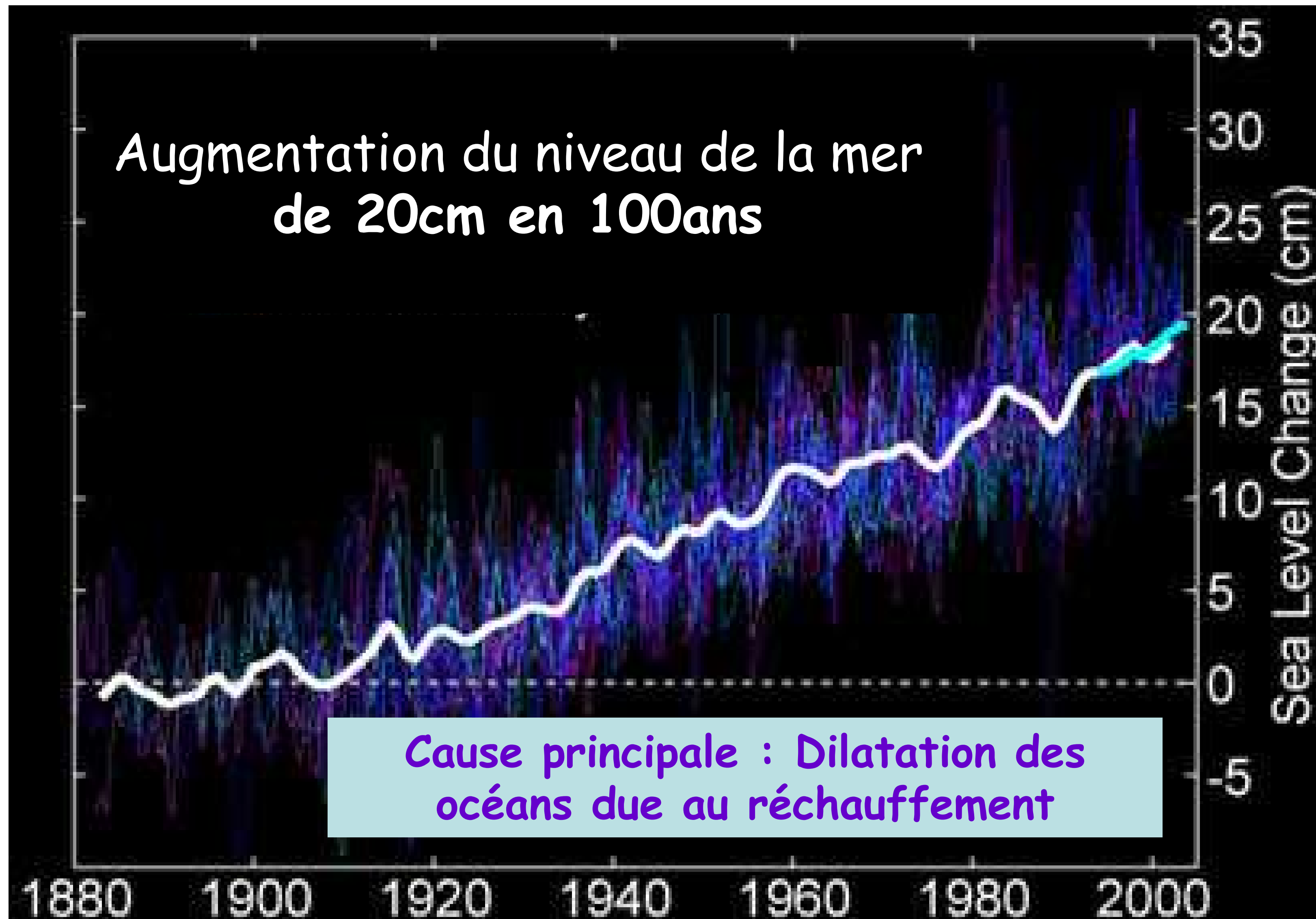




Des signes déjà visibles du réchauffement…

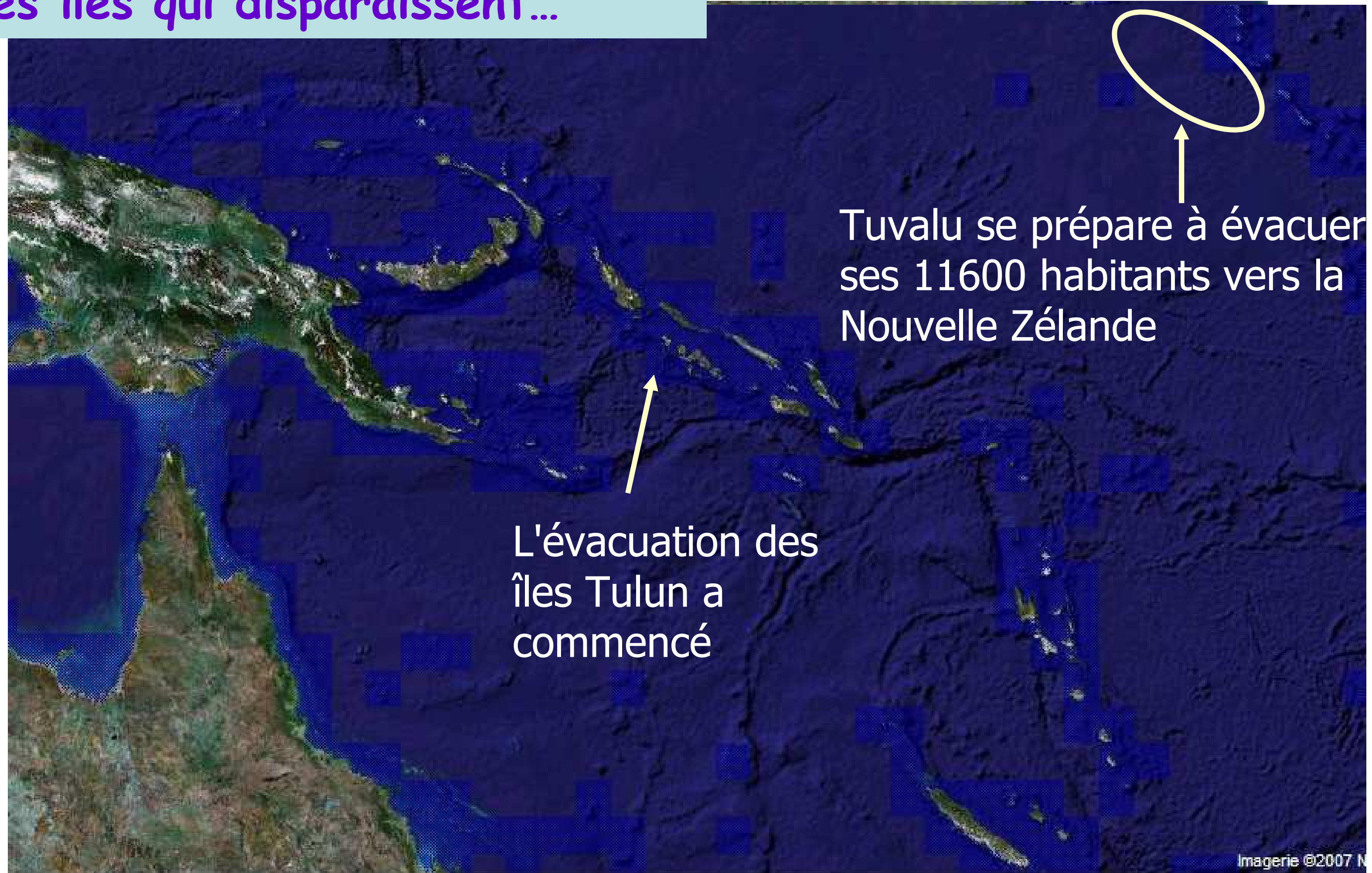


Des signes déjà visibles du réchauffement…



Des signes déjà visibles du réchauffement…

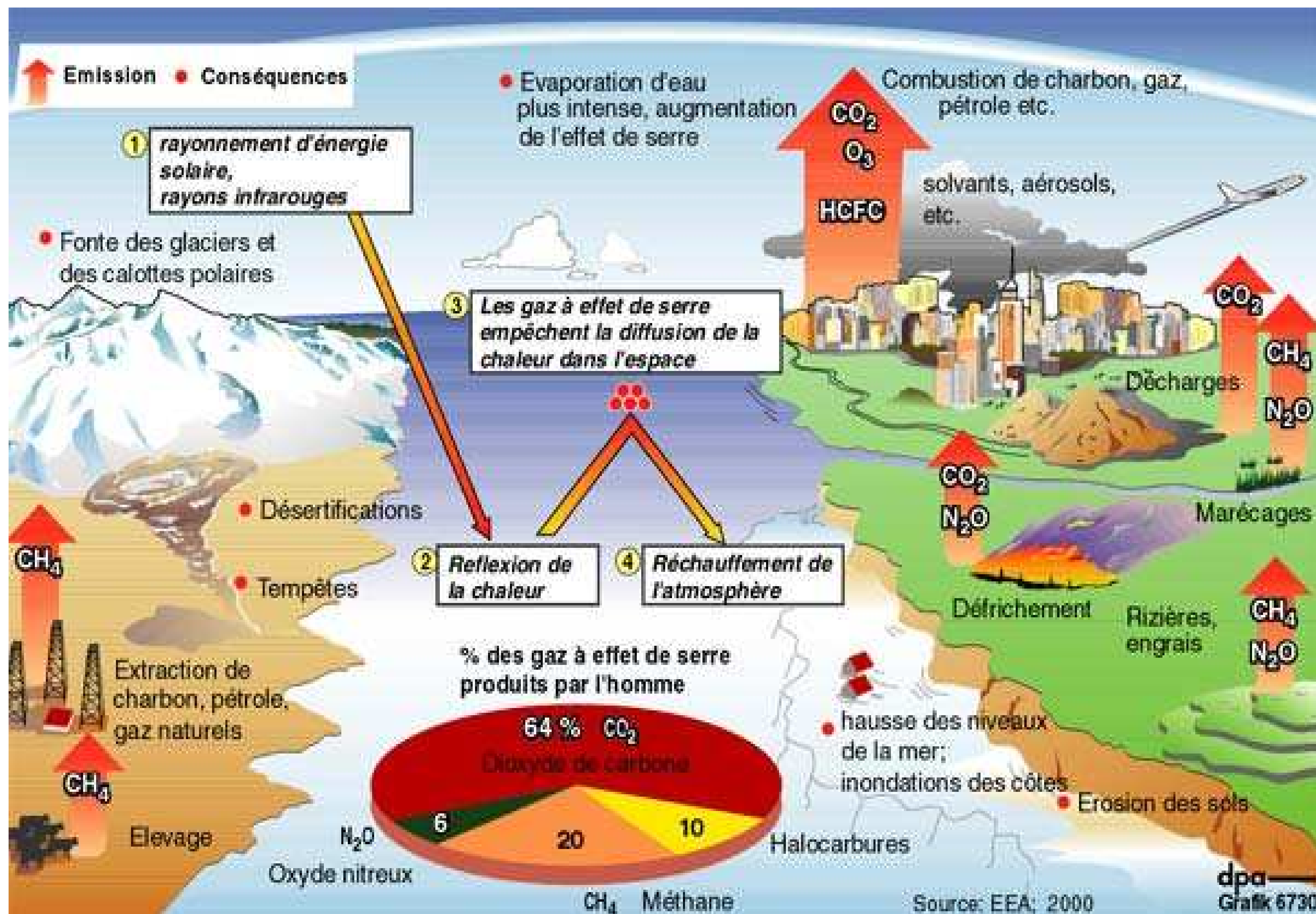
Des îles qui disparaissent…



Les réfugiés climatiques…

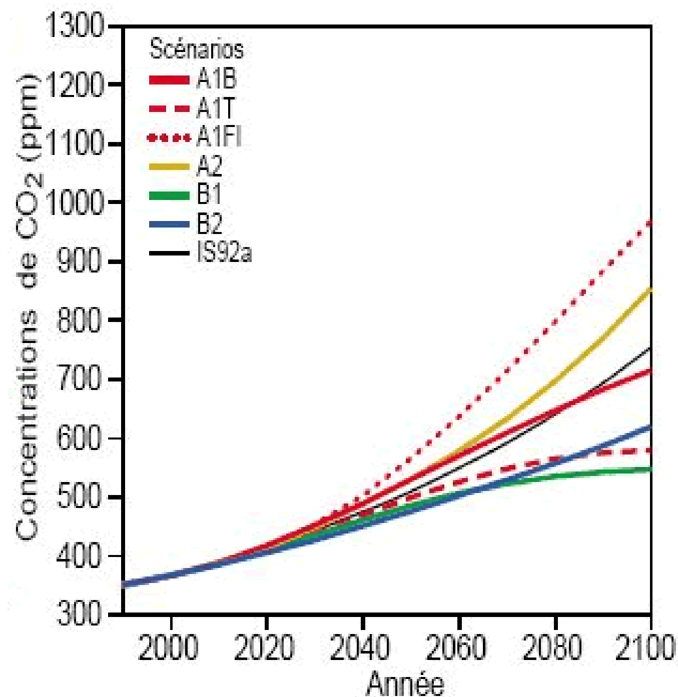


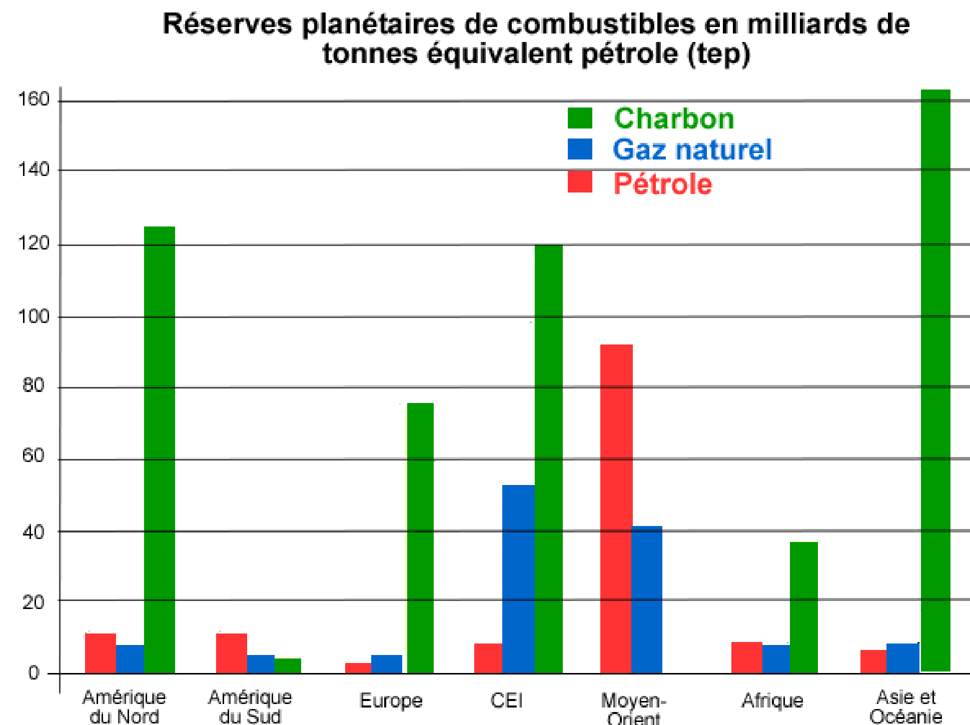
Près de 100 millions de personnes vivent dans des zones sous le niveau de la mer et/ou sont menacés par la montée des eaux.


Emission
Conséquences
1 rayonnement d'énergie solaire, rayons infrarouges
Evaporation d'eau plus intense, augmentation de l'effet de serre
CO_2
O_3
HCFC
Combustion de charbon, gaz, pétrole etc.
solvants, aérosols, etc.
Fonte des glaciers et des calottes polaires
3 Les gaz à effet de serre empêchent la diffusion de la chaleur dans l'espace
CO_2
CH_4
Décharges
N_2O
CO_2
N_2O
Marécages
Désertifications
CH_4
Tempêtes
2 Reflexion de la chaleur
4 Réchauffement de l'atmosphère
Défrichement
Rizières, engrais
CH_4
N_2O
Extraction de charbon, pétrole, gaz naturels
% des gaz à effet de serre produits par l'homme
64 % CO_2
Dioxyde de carbone
6
20
10
CH_4
Elevage
N_2O
Oxyde nitreux
hausse des niveaux de la mer; inondations des côtes
Erosion des sols
Halocarbures
CH_4 Méthane
Source: EEA; 2000
dpa
Grafik 6730

Prévisions pour le prochain siècle..

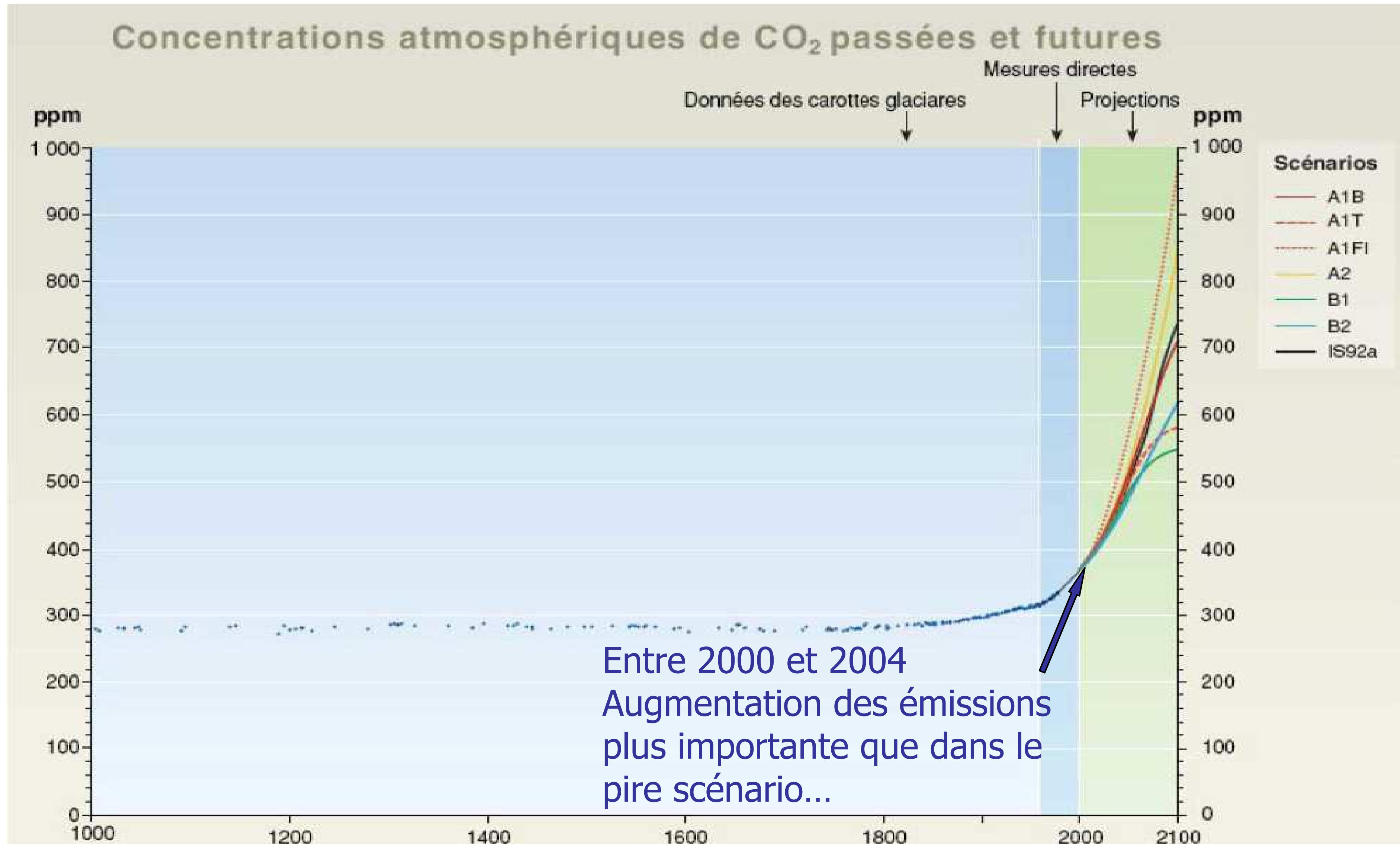
- Les différents modèles élaborés par les scientifiques prévoient au minimum le double de la concentration en CO_2 d'ici 2100



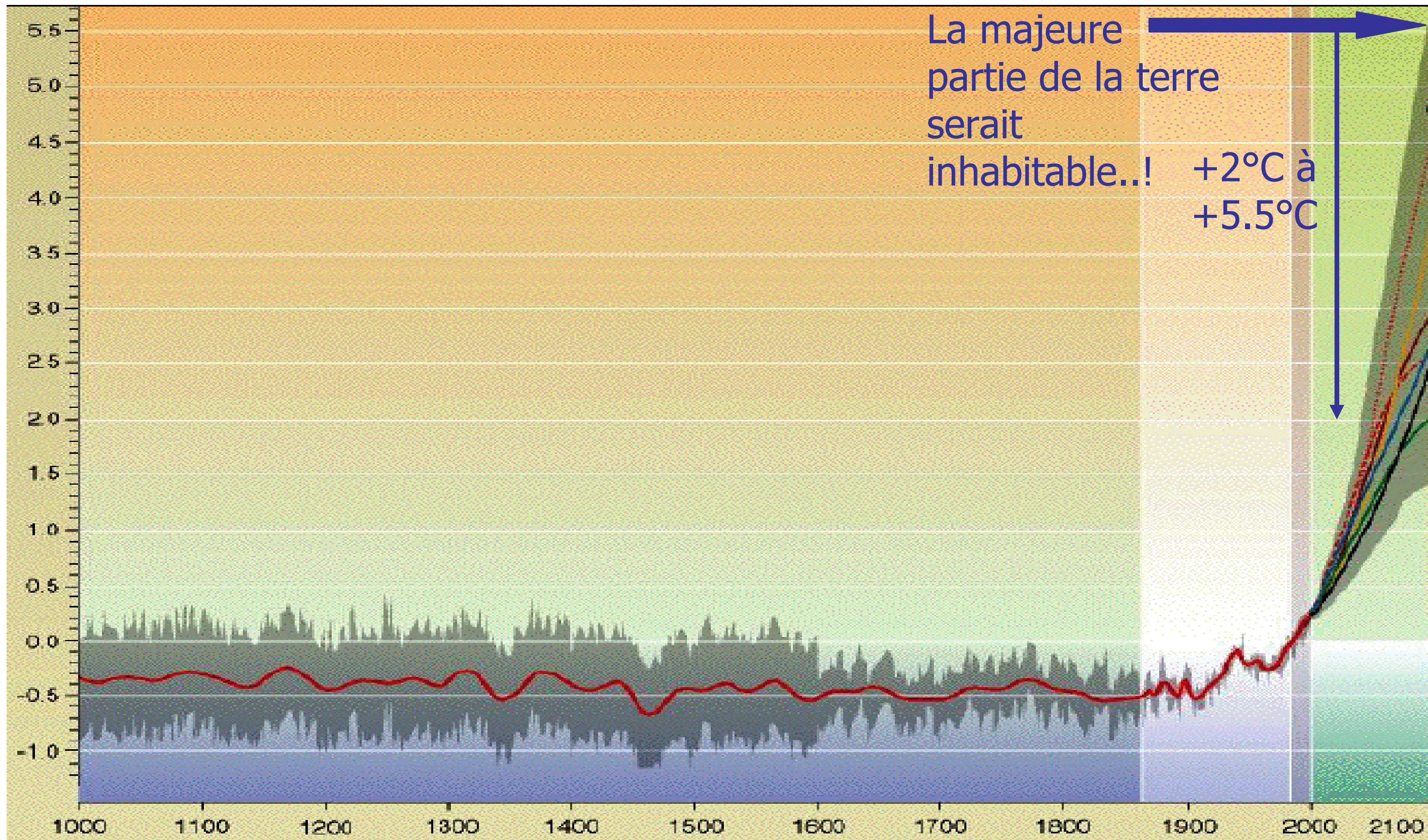


Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC (IPCC) http://www.ipcc.ch/
2.500 chercheurs de plus de 130 pays, prix nobel de la paix 2007 (avec Al Gore)

Prévisions pour le prochain siècle..



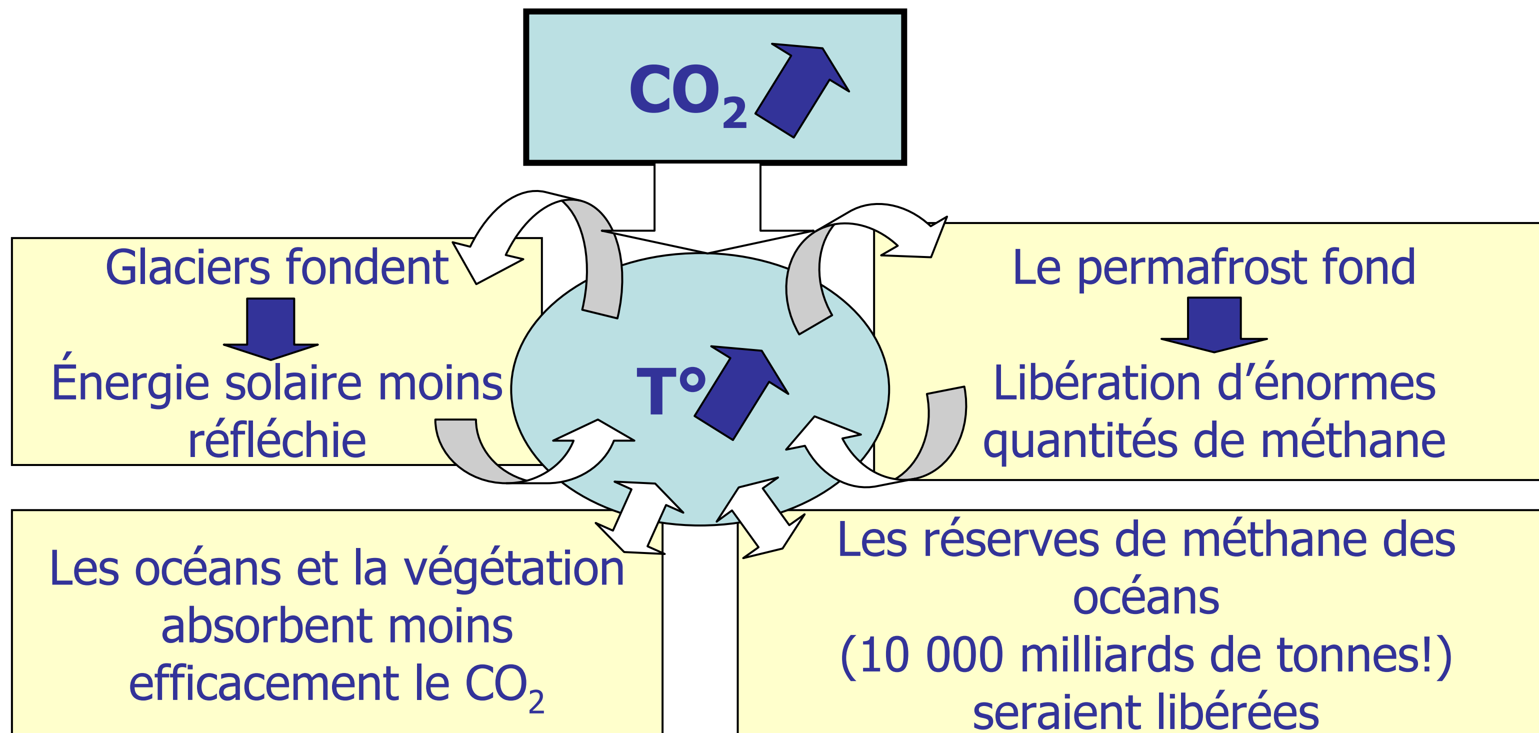
Prévisions pour le prochain siècle…



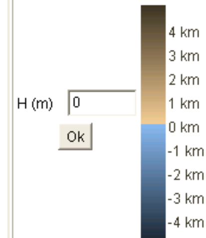
Alors +2°C ou +5.5°C ?

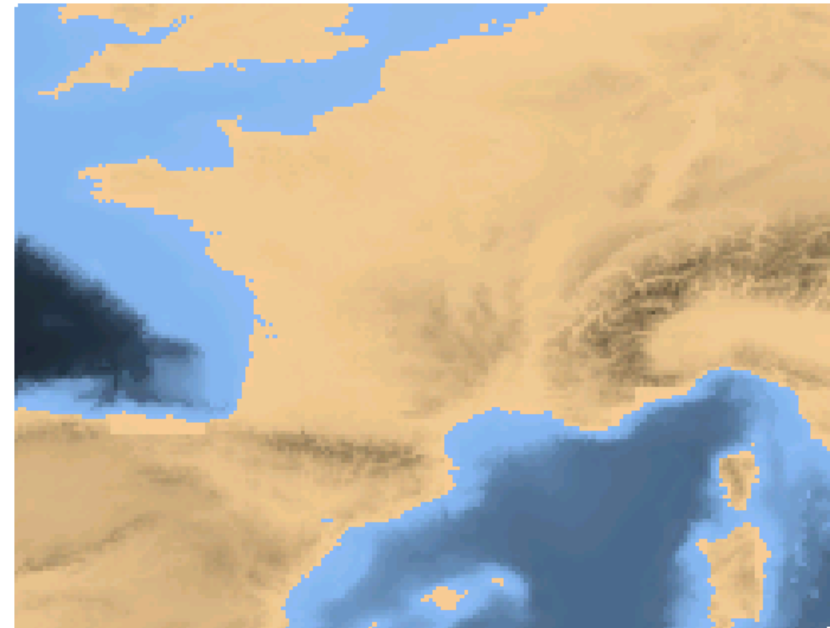
- Dépend énormément de l'évolution de nos émissions
  - C'est maintenant qu'il faut agir !!

- Risque d'emballement de l'effet de serre



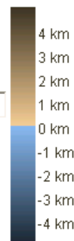
Conséquences du réchauffement climatique…

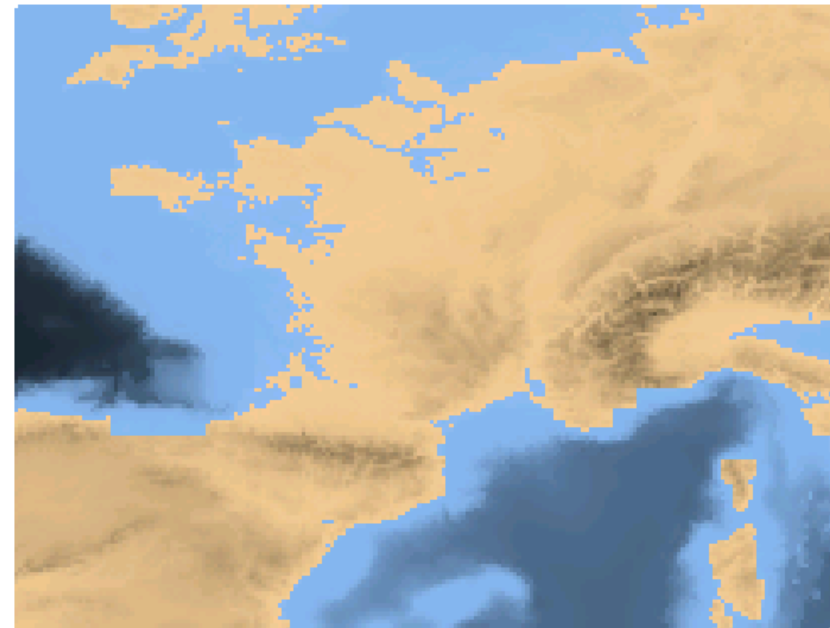




- Si tous les glaciers continentaux fondaient…

H (m) 80
Ok





Le protocole de Kyoto…



- **Objectif : réduction des émissions de gaz à effet de serre pour 2008-2012 en dessous du niveau atteint en 1990 (entre 6-8%)**

- **Les 6 gaz visés par le protocole de Kyoto sont :**
  - dioxyde de carbone ou CO_2
  - méthane ou CH_4
  - oxyde nitreux ou N_2O
  - hydrofluorocarbones ou HFC
  - hydrocarbures perfluorés ou PFC
  - hexafluorure de soufre ou SF_6

Le protocole de Kyoto…



- Signature en 1997…mise en œuvre le 16 Février 2005…
- Au 18 novembre 2005, 156 pays l'ont ratifié
- Parmi ceux qui ne l 'ont pas encore ratifié:
  - États-unis
  - Australie

Représentent plus d '**1/4** des émissions des gaz à effet de serre du monde industrialisé…

- La Chine et l 'Inde ne sont même pas concernés alors qu 'ils sont les futurs plus gros pollueurs de la planète

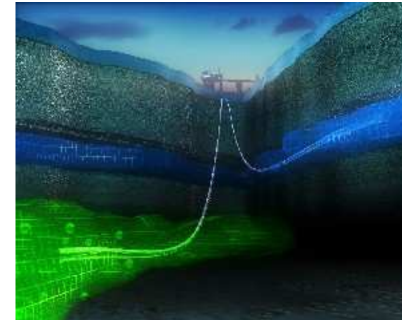
Il reste encore beaucoup d'effort à fournir pour limiter notre impact sur le climat de la terre

La Géo ingénierie…Les apprentis sorciers du climat…

- Injecter dans la haute atmosphère du dioxyde de soufre qui réfléchirait les rayons solaires



- Stocker le CO_2 sous terre



- Placer un miroir-écran entre la Terre et Soleil
- Fertiliser les océans avec des particules de fer qui favoriserait la croissance du plancton



- Recongeler l 'arctique avec des barges automatisées qui pulvériserait de l 'eau douce pour reformer la calotte glaciaire